

29/4

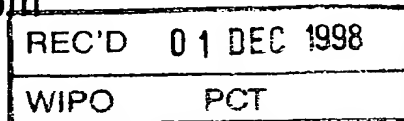
KONINKRIJK DER



NEDERLANDEN

5

Bureau voor de Industriële Eigendom



Hierbij wordt verklaard, dat in Nederland op 20 oktober 1997 onder nummer 1007321,  
ten name van:

**TECHNISCHE UNIVERSITEIT DELFT**

te Delft en

**STICHTING VOOR DE TECHNISCHE WETENSCHAPPEN**

te Utrecht

een aanvraag om octrooi werd ingediend voor:

"Gehoorinrichting voor het verbeteren van de verstaanbaarheid voor slechthorenden",

en dat de hieraan gehechte stukken overeenstemmen met de oorspronkelijk ingediende stukken.

Rijswijk, 20 november 1998.

De Directeur van het Bureau voor de Industriële Eigendom,  
voor deze,

K.H. Korving.

**PRIORITY**

**DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

10 07321

UITTREKSEL

B. v. d. I. E.

20 OKT. 1997

Gehoorinrichting voor het verbeteren van de verstaanbaarheid voor slechthorenden, omvattende een array van microfoons, waarvan de elektrische uitgangssignalen worden toegevoerd aan tenminste één bij  
5 een oor behorend overdrachtstraject. Er zijn middelen aanwezig om uit de uitgangssignalen van de microfoons twee array-uitgangssignalen af te leiden, waarbij de array twee onder een hoek ten opzichte van elkaar verlopende hoofdgevoeligheidsrichtingen heeft, die elk zijn  
10 toegevoegd aan een array-uitgangssignaal. Elk array-uitgangssignaal wordt toegevoerd aan een eigen bij een oor van een slechthorende behorend overdrachtstraject.

Gehoorinrichting voor het verbeteren van de verstaanbaarheid voor slechthorenden.

De uitvinding heeft betrekking op een gehoorinrichting voor het  
5 verbeteren van de verstaanbaarheid voor slechthorenden, omvattende een  
array van microfoons, waarvan de elektrische uitgangssignalen worden  
toegevoerd aan tenminste één bij een oor behorend overdrachtstraject.

Een dergelijke inrichting is bekend uit het artikel "Development of a directional hearing instrument based on array technology"  
10 verschenen in "Journal of the Acoustical Society of America", Vol. 94,  
uitgave 2, Pt. 1, pagina's 785-798 van augustus 1993.

Het is algemeen bekend, dat het gehoorverlies bij personen kan  
worden gecompenseerd door middel van een gehoorinrichting, waarin  
versterking van het ontvangen geluid wordt toegepast. In omgevingen  
15 met achtergrond ruis, bijvoorbeeld wanneer meerdere personen spreken,  
zoals bij een cocktailparty, versterkt de gehoorinrichting zowel de  
gewenste spraak als ruis, waardoor de verstaanbaarheid niet wordt verbeterd.

In het hierboven genoemde artikel is door de auteurs een verbeteringsvoorstel beschreven. De uit het artikel bestaande gehoorinrichting bestaat uit een array van bijvoorbeeld 5 directionele microfoons, waardoor het mogelijk is dat de slechthorende een spreker kan verstaan die zich recht tegenover hem bevindt. De achtergrond ruis die afkomstig is uit andere richtingen wordt door de array onderdrukt.

25 De uitvinding heeft ten doel te voorzien in een gehoorinrichting van de in de aanhef genoemde soort, waarbij de hierboven genoemde nadelen worden vermeden en de verstaanbaarheid en de natuurgetrouwheid van de weergave op eenvoudige wijze wordt verbeterd.

---

Dit doel wordt volgens de uitvinding daardoor bereikt, dat  
30 middelen aanwezig zijn om uit de uitgangssignalen van de microfoons twee array-uitgangssignalen af te leiden, waarbij de array twee onder een hoek ten opzichte van elkaar verlopende hoofdgevoeligheidsrichtingen heeft, die elk zijn toegevoegd aan een array-uitgangssignaal en dat elk array-uitgangssignaal wordt toegevoerd aan een eigen bij een  
35 oor van een slechthorende behorend overdrachtstraject.

Hierbij worden de signalen uit de microfoons van de array gecombineerd tot een signaal voor het linker oor en een signaal voor het rechter oor. De array heeft twee onder een hoek ten opzichte van

elkaar verlopende hoofdgevoeligheidsrichtingen of hoofdlobben, waarbij het linker-oorsignaal in hoofdzaak het uit de eerste hoofdgevoeligheidsrichting afkomstige geluid vertegenwoordigt en het rechter-oorsignaal dat uit de andere hoofdgevoeligheidsrichting voorstelt. De array-uitgangssignalen, te weten het linker-oorsignaal en het rechter-oorsignaal worden via een eigen overdrachtstraject toegevoerd aan het linker respectievelijk rechter oor. In dit overdrachtstraject wordt versterking van het signaal en omzetting van het elektrische signaal in een geluidssignaal toegepast.

De verschillende hoofdlobben introduceren een niveauverschil tussen de aan de oren toe te voeren signalen. Gevonden is dat niet alleen geluidsbronnen beter kunnen worden gelokaliseerd, maar dat door de richtingswerking verder ook achtergrond ruis wordt onderdrukt, waardoor de verstaanbaarheid van de spraak ondanks de aanwezige ruis wordt verbeterd.

De array kan op voordelige wijze aan de voorzijde van een bril-montuur en/of op de brillenpoten of veren worden aangebracht.

Bij een, bij voorkeur toe te passen uitvoeringsvorm is bovendien elke brillenpoot voorzien van een array van microfoons, waarbij de uitgangssignalen van deze arrays elk aan het ene respectievelijk andere overdrachtstraject worden toegevoerd.

Hierdoor wordt niet alleen bereikt dat bij hoge frequenties in het hoorbare geluidsgebied maar ook bij lagere frequenties de verstaanbaarheid wordt verbeterd.

Verdere uitwerkingen van de uitvinding zijn in de volgcconclusies omschreven.

De uitvinding zal hierna nader worden toegelicht aan de hand van de tekeningen. In de tekeningen tonen:

---

Figuur 1 een uitvoeringsvorm van de gehoorinrichting volgens de uitvinding;

Figuur 2 een meer gedetailleerde uitvoeringsvorm van de gehoorinrichting volgens de uitvinding;

Figuur 3 een andere uitvoeringsvorm van de gehoorinrichting volgens de uitvinding;

Figuur 4 een bij voorkeur toe te passen uitvoeringsvorm van de gehoorinrichting volgens figuur 4, waarbij een combinatie van arrays wordt toegepast;

Figuur 5 een polair diagram van een gecombineerde array van figuur 1 bij 500 en 1000 Hz;

Figuur 6 een polair diagram van een uitvoeringsvorm van figuur 1 bij 2000 en 4000 Hz; en

- 5    Figuur 7 de richtingindex van de uitvoeringsvorm van figuur 4 als functie van de frequentie.

De gehoorinrichting volgens de uitvinding omvat een array van microfoons. Deze array kan elke vorm hebben.

- Deze array heeft twee array-uitgangssignalen die elk worden  
10    toegevoerd aan een eigen overdrachtstraject naar het linker- respectievelijk rechter oor van de slechthorende. In dit overdrachtstraject zijn op gebruikelijke wijze een versterking en omzetting van het elektrische signaal uit de array, naar geluidstrillingen toegepast.

- De array heeft twee onder een hoek ten opzichte van elkaar  
15    verlopende hoofdgevoelighedsinrichtingen, een en ander zodanig dat het eerste array-uitgangssignaal in hoofdzaak een weerspiegeling is van het geluid uit de eerste hoofdgevoelighedsinrichting, terwijl het tweede array-uitgangssignaal in hoofdzaak het geluid uit de tweede hoofdgevoelighedsinrichting voorstelt. Hierdoor luistert het linker  
20    oor als het ware in een beperkte eerste hoofdgevoelighedsrichting, terwijl het rechter oor in de tweede hoofdgevoelighedsrichting luistert.

- De bij de array-uitgangssignalen behorende hoofdgevoelighedsrichtingen kunnen worden bereikt door focusering of bundelvorming van  
25    de microfoonsignalen.

De array van microfoons kan op eenvoudige wijze worden bevestigd op een brilmontuur. In figuur 1 is een uitvoeringsvorm van een array van microfoons op de voorzijde van het brillenmontuur getoond, waarbij bundelvorming is toegepast.

- 30    In figuur 1 is met het verwijzingsnummer 1 schematisch het hoofd van een slechthorende aangegeven. Zijn opgezette bril is schematisch met rechte lijnen weergegeven, welke bril op gebruikelijke wijze bestaat uit een voorzijde 2 en twee brillenpoten of veren 3, 4.

- Voorts zijn in figuur 1 de hoofdlobbe 5 voor het linker oor en  
35    de hoofdlobbe 6 voor het rechter oor als ellipsen schematisch weergegeven. Deze hoofdlobben staan onder een hoek ten opzichte van elkaar en ten opzichte van de hoofdas 7 van de bril.

Door de hierboven toegepaste hoofdlobben en de gescheiden toevoeging daarvan aan de oren wordt afhankelijk van de plaats van de geluidsbron en ook voor de ruis kunstmatig een verschil tussen het niveau van de array-uitgangssignalen geïntroduceerd. Door dit kunstmatige verschil in de niveaus van de array-uitgangssignalen kan de slechthorende de geluidsbron lokaliseren, echter is gebleken dat dit verschil bovendien de verstaanbaarheid van spraak met ruis verbetert.

Het plaatsen van de array van microfoons op een of beide brillenpoten heeft ook voordeel.

De toevoeging van de array-uitgangssignalen aan de daarbij behorende hoofdlobben van de array kan op eenvoudige wijze worden bereikt door middel van een zogenaamde parallel- of serie-uitvoering.

Bij de parallel-uitvoering omvatten de middelen voor het afleiden van de array-uitgangssignalen een sommeerinrichting, waarbij aan de ingangen daarvan de microfoonuitgangssignalen via een respectievelijk dan niet frequentie-afhankelijke weegfactorinrichting worden toegevoerd. Aan de uitgang van de sommeerinrichting kan dan een array-uitgangssignaal worden afgenomen. Door dimensionering van de weegfactorinrichtingen kan een bij het betreffende array-uitgangssignaal behorende hoofdgevoeligheidsrichting worden verkregen.

Bij de zogenaamde serie-uitvoering bevatten de middelen voor het afleiden van de array-uitgangssignalen een aantal sommeerinrichtingen en weegfactorinrichtingen, waarbij de weegfactorinrichtingen telkens in serie zijn geschakeld met de ingang en uitgang van de sommeerinrichtingen. Daarbij is de ene buitenste microfoon verbonden met een ingang van een weegfactorinrichting, waarvan de uitgang dan op een ingang van een sommeerinrichting is aangesloten. De aan de genoemde buitenste microfoon grenzende microfoon is met zijn uitgang met de ingang van de sommeerinrichting verbonden. De uitgang van de sommeerinrichting is met de ingang van een volgende weegfactorinrichting verbonden, waarvan de uitgang in verbinding staat met de ingang van een volgende sommeerinrichting. Met de andere ingang van deze sommeerinrichting is weer de uitgang van de volgende microfoon verbonden.

Deze configuratie wordt voortgezet tot en met de andere buitenste microfoon van de array. Een array-uitgangssignaal, bijvoorbeeld het linker-oorsignaal kan worden afgenomen van de uitgang van de laatste sommeerinrichting, waarvan de ingang met de uitgang van de laatstgenoemde buitenste microfoon is verbonden. Het zou ook mogelijk kunnen

zijn het array-uitgangssignaal via een verdere weegfactorinrichting af te leiden van de uitgang van de genoemde laatste sommeerinrichting.

Bij een verdere uitwerking omvat de weegfactorinrichting een vertragsingsinrichting, eventueel aangevuld met een amplitude-instel-  
5 inrichting.

Bij een andere uitwerking bestaat de weegfactorinrichting uit een fase-instelinrichting eventueel aangevuld met een amplitude-instelinrichting.

In figuur 2 is de parallel-uitvoering met vertragsingsinrichtingen 10  
getoond. Rechts van figuur 2 zijn de microfoons 8, 9, 10, 11 en 12  
getoond, die in de tekening zijn verbonden door een lijn om aan te  
geven dat het hier om een array gaat. De uitgangen van de microfoons  
8-12 zijn verbonden met de ingangen van de respectieve vertragsings-  
inrichtingen 13, 14, 15, 16 en 17. De uitgangen van deze vertragsings-  
15 inrichtingen 13-17 staan in verbinding met de ingangen van de sommeer-  
inrichting 18, aan de uitgang waarvan een array-uitgangssignaal kan  
worden afgeleid, bijvoorbeeld een linker-oorsignaal. In elk traject  
tussen een microfoon en een ingang van de sommeerinrichting kan op  
niet getoonde wijze naar wens een amplitude-instelinrichting worden  
20 opgenomen, die gevormd kan zijn door een versterker of verzwakker. Bij  
voorkeur wordt het signaal van de  $n^{\text{de}}$  microfoon vertraagd met een  
tijdsperiode  $n\tau_t$ . In figuur 2 is getoond, dat het uitgangssignaal van  
de microfoon 8 met een vertragingstijd 0 aan de ingang van de sommeer-  
inrichting 18 wordt toegevoerd, terwijl dat van de microfoon 9 met een  
25 tijdvertraging  $\tau_t$  aan een volgende ingang van de sommeerinrichting 18  
wordt toegevoerd. Het overeenkomstige geldt voor de microfoons 10, 11  
en 12; dat wil zeggen vertragingstijden van  $2\tau_t$  respectievelijk  $3\tau_t$   
respectievelijk  $4\tau_t$ . De vertragingstijd  $\tau_t$  is zodanig gekozen, dat  
~~geluid afkomstig van de richting die een hoek maakt van  $\theta$  ten opzichte~~  
30 van de hoofdas van de array in fase wordt gesommeerd. Er geldt dan:  
 $\tau_t = d \sin \theta / c$ , waarbij  $d$  de afstand is tussen twee microfoons en  $c$   
de golfvoortplantingsnelheid is.

Voor het rechter-oorsignaal kan een soortgelijke opstelling worden ontworpen.

35 In figuur 3 is de zogenaamde serie-uitvoering met vertragsings-  
inrichtingen getoond.

Bij deze getoonde uitvoeringsvorm wordt een serieschakeling van  
4 vertragsingsinrichtingen 18-21 en 4 sommeerinrichtingen 22-24 toege-

past. De vertragingsinrichtingen en sommeerinrichtingen zijn om en om in serie geschakeld. De microfoon 12 is aangesloten op de ingang van de vertragingsinrichting 21, terwijl de uitgangen van de microfoons 8-11 zijn verbonden met de respectieve sommeerinrichtingen 23-26.

5 Ook bij deze uitvoeringsvorm wordt het signaal uit de microfoon 12 vertraagd met een tijdsvertraging van 4 maal  $\tau_1$ , wanneer elke vertragingsinrichting een vertraging van  $\tau_1$  voortbrengt. Het uitgangssignaal van de microfoon 11 wordt na optelling in de sommeerinrichting 26 vertraagd met een tijdsvertraging van 3 maal  $\tau_1$ . Het overeenkom-  
10 stige geldt voor de microfoons 9 en 10. Het uitgangssignaal van de microfoon 8 wordt niet vertraagd. Indien gewenst kan achter de sommeerinrichting 23 nog een vertragingsinrichting worden opgenomen.

Ook bij deze zogenaamde serie-uitvoering kunnen telkens amplitude-instelinrichtingen in de vorm van versterkers of verzwakkers in  
15 de serieketen worden opgenomen, elk behorend bij een uitgangssignaal van een bepaalde microfoon van de array. Als vertragingsinrichting kan op eenvoudige wijze een alles doorlatend filter van de eerste orde worden toegepast, die kan worden ingesteld door middel van een potentiometer.

20 Als praktische uitvoeringsvorm kan een microfonenarray van 14 cm lengte worden toegepast. Door de hierboven beschreven middelen voor het afleiden van de uitgangssignalen van de microfoons die elk behoren bij een hoofdgevoeligheidsrichting, kunnen voor de microfoons hele eenvoudige rondom gevoelige microfoons worden gebruikt. Desgewenst  
25 kunnen cardioide-microfoons worden toegepast om extra richttinggevoeligheid te verkrijgen.

Wanneer de hoek tussen de twee hoofdgevoeligheidsrichtingen of hoofdlobben groter wordt, zal het verschil tussen de hoorsignalen, t.w. het interoor-niveauverschil groter worden. Daardoor zal in het  
30 algemeen de localiseerbaarheid beter worden.

Naarmate de genoemde hoek tussen de hoofdlobben groter wordt, zal echter de verzwakking van een geluidssignaal in de richting van een hoofdas van de array echter toenemen. De keuze van de hoek tussen de hoofdlobben zal dus in de praktijk een compromis zijn tussen een  
35 goed interoor-niveauverschil en een acceptabele verzwakking in de hoofdrichting van de array. Deze keuze wordt bij voorkeur proefondervindelijk bepaald.



Voorts wordt bij vergroting van de hoek tussen de hoofdlobben, na een bepaalde hoek de hoofdlobben elk gesplitst in twee lobben. Dit verschijnsel kan worden vermeden door toepassing van een amplitude-weegfunctie voor de microfoonsignalen.

5 Bij een bij voorkeur toe te passen uitvoeringsvorm van de uitvinding wordt een array aan de voorzijde van het brillenmontuur en twee arrays elk op een brillenpoot bevestigd toegepast. Een voorbeeld met elf microfoons is in figuur 4 getoond. De microfoons 26, 27 en 28, die de linker array vormen, zijn bevestigd op de linker brillenpoot en  
10 de microfoons 34, 35 en 36 van de rechter array op de rechter brillenpoot. De microfoons 29-33 zijn aan de voorzijde van het brillenmontuur bevestigd.

De signalen uit de microfoons 29-33 worden op de hierboven beschreven wijze toegevoerd aan de overdrachtstrajecten voor het lin-  
15 ker respectievelijk rechter oor. De signalen uit de microfoons 26, 27, 28 worden gekoppeld aan het overdrachtstraject voor het linker oor, terwijl de signalen uit de microfoons 34-36 via het andere overdrachtstraject aan het rechter oor worden toegevoerd.

Bij hoge frequenties wordt een interoor-niveauverschil gecreëerd met behulp van de bundelvorming van de array aan de voorzijde  
20 van het brillenmontuur en is de schaduwwerking van de arrays op de brillenpoten van invloed. Bij lage frequenties wordt er een interoor-tijdverschil gecreëerd door middel van de arrays op de brillenpoten. Onder interoor-tijdverschil wordt het verschil in aankomsttijd tussen  
25 de signalen bij de oren als gevolg van het verschil in voortplantingstijd bedoeld.

Figuur 5 toont de richtingskarakteristiek van de arrays-combinatie van figuur 4 bij een frequentie van 500 Hz, aangegeven door een streep punt lijn en bij 1000 Hz aangegeven door een getrokken lijn. De  
30 richtingskarakteristiek van figuur 5 wordt verkregen met de arrays op de brillenpoten. De array aan de voorzijde van de bril staat dus uit, aangezien zij laagfrequent weinig extra richtwerking oplevert. Op deze wijze wordt dus een interoor-tijdverschil gecreëerd.

In figuur 6 zijn de richtkarakteristieken van de arrays-combinatie getoond bij 2000 Hz, aangegeven met een streep-punt-lijn en bij  
35 4000 Hz, aangegeven met een getrokken lijn. In het midden en hoogfrequent gedeelte van het hoorbare geluidsbereik zijn de hoofdlobben

op  $11^\circ$  gericht, zodat er weer een interoor-niveauverschil wordt gecreëerd.

Figuur 7 toont de directiviteitsindex als functie van de frequentie voor 3 geoptimaliseerde frequentiegebieden. De getrokken lijn  
5 geldt voor de lage frequenties, geoptimaliseerd bij 500 Hz. De streep-  
lijn geldt voor optimalisatie bij 4000 Hz en de streep-punt-lijn voor  
optimalisatie bij 2300 Hz.

Opgemerkt wordt nog dat ook met de arrays op de brillenpoten  
een interoor-niveauverschil kan worden voortgebracht zoals bij de  
10 array aan de voorzijde van het brillenmontuur.

---

## CONCLUSIES

1. Gehoorinrichting voor het verbeteren van de verstaanbaarheid voor slechthorenden, omvattende een array van microfoons, waarvan de  
5 elektrische uitgangssignalen worden toegevoerd aan tenminste één bij een oor behorend overdrachtstraject, met het kenmerk, dat middelen aanwezig zijn om uit de uitgangssignalen van de microfoons twee array-uitgangssignalen af te leiden, waarbij de array twee onder een hoek ten opzichte van elkaar verlopende hoofdgevoeligheidsrichtingen heeft,  
10 die elk zijn toegevoegd aan een array-uitgangssignaal en dat elk array-uitgangssignaal wordt toegevoerd aan een eigen bij een oor van een slechthorende behorend overdrachtstraject.

2. Gehoorinrichting volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de array aan de voorzijde van een bril is aangebracht.

15 3. Gehoorinrichting volgens conclusie 1 of 2, met het kenmerk, dat de array op een brillenpoot is aangebracht.

4. Gehoorinrichting volgens conclusie 2, met het kenmerk, dat elke brillenpoot is voorzien van een array van microfoons en dat de uitgangssignalen van deze arrays elk aan het ene respectievelijk  
20 andere overdrachtstraject worden toegevoerd.

5. Gehoorinrichting volgens conclusie 1, 2, 3 of 4, met het kenmerk, dat de middelen voor het afleiden van de array-uitgangssignalen een sommeerinrichting bevatten, aan de uitgang waarvan een array-uitgangssignaal afneembaar is en aan de ingangen waarvan de microfoonuitgangssignalen via een respectieve weegfactorinrichting worden toegevoerd.  
25

6. Gehoorinrichting volgens conclusie 1, 2, 3 of 4, met het kenmerk, dat de middelen voor het afleiden van de array-uitgangssignalen een serieschakeling van een aantal sommeerinrichtingen en weegfactorinrichtingen bevatten, waarbij de uitgangen van de tussen de twee  
30 buitenste microfoons opgestelde microfoons op de andere niet met een weegfactorinrichting verbonden ingangen van de sommeerinrichtingen zijn aangesloten, dat een van de buitenste microfoons van de array via een weegfactorinrichting op de ingang van de bij de aangrenzende  
35 microfoon behorende sommeerinrichting is aangesloten en dat met de uitgang van de sommeerinrichting van de microfoon, die grenst aan de andere buitenste microfoon, de ingang van een weegfactorinrichting is verbonden, op de uitgang waarvan de ene ingang van een sommeerinrich-

ting is aangesloten, waarbij met de andere ingang van de sommeerinrichting de uitgang van de laatstgenoemde microfoon is verbonden en aan de uitgang van de sommeerinrichting een array-uitgangssignaal kan worden afgeleid.

5        7. Gehoorinrichting volgens conclusie 6, met het kenmerk, dat het array-uitgangssignaal via een verdere weegfactorinrichting wordt afgeleid.

8. Gehoorinrichting volgens conclusie 5, 6 of 7, met het kenmerk, dat de weegfactorinrichting een vertrageningsinrichting omvat.

10       9. Gehoorinrichting volgens conclusie 8, met het kenmerk, dat de weegfactorinrichting een amplitude-instelinrichting omvat.

10. Gehoorinrichting volgens conclusie 5, 6 of 7, met het kenmerk, dat de weegfactorinrichting een fase-instelinrichting omvat.

15       11. Gehoorinrichting volgens conclusie 10, met het kenmerk, dat de weegfactorinrichting een amplitude-instelinrichting omvat.

---

1007321

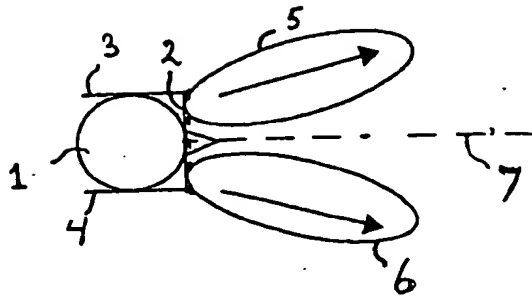


FIG. 1

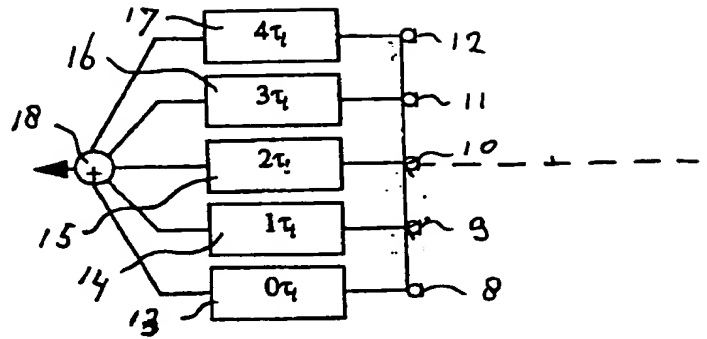


FIG. 2

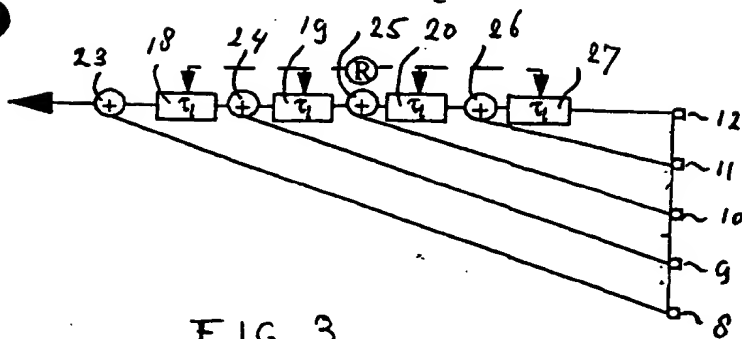


FIG. 3

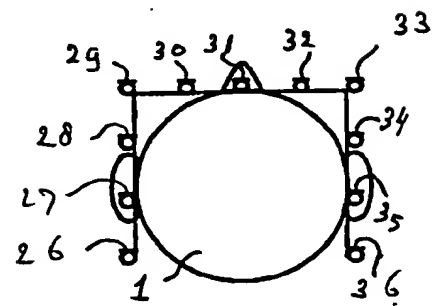


FIG. 4

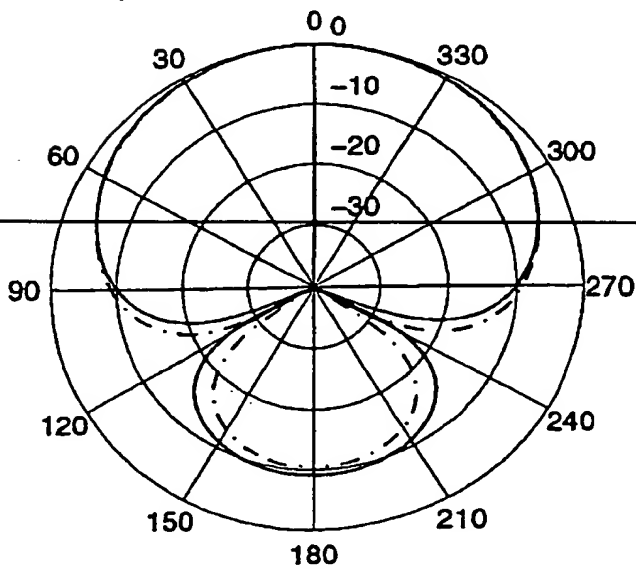


FIG. 5

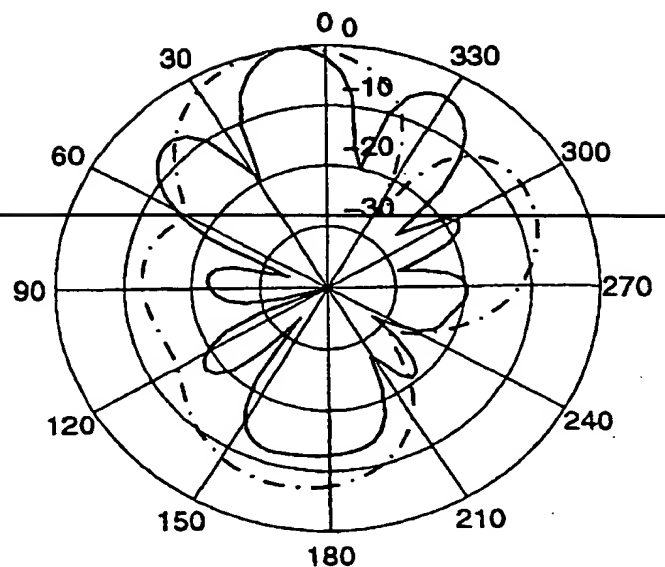


FIG. 6

9/11/4

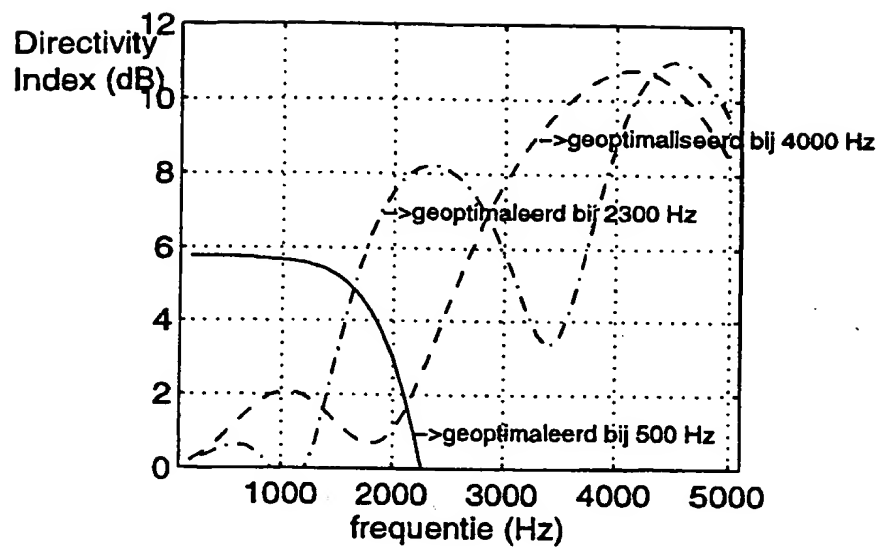


FIG. 7